

明 細 書

風力発電装置

5 技術分野

本発明は、略円筒状で側断面形状が翼型のダクトと、ダクトと同軸に設置される流線型のペンシル体と、ペンシル体の一部を構成し、ダクトの内部を流れる風の力によってダクトの内部でダクト軸回りに回転可能な羽根車と、羽根車の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機とを備えた風力発電に関する。

背景技術

従来、ダクトと、ダクト内に設けられた羽根車とを備えた風力発電装置による発電効率の向上を図るため、いくつかの手法が提案されている（特開 2003-28043 号公報、EP 0045202 A1 公報参照）。

しかし、本願発明者は風力発電装置の近傍における気流の研究により発電効率に改善の余地があることを知得した。

そこで、本発明は、発電効率のさらなる向上を図り得る風力発電装置を提供することを解決課題とする。

発明の開示

本発明は、略円筒状で側断面形状が翼型のダクトと、ダクトと同軸に設置される流線型のペンシル体と、ペンシル体の一部を構成し、ダクトの内部を流れる風の力によってダクトの内部でダクト軸回りに回転可能な羽根車と、羽根車の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する発電

機とを備えた風力発電装置に関する。

前記課題を解決するための本発明の風力発電装置は、ダクトの側断面翼型において最大翼厚位置が翼弦中心より前縁寄りに位置し、ダクトの先端開口径が後端開口径より小径とされ、ダクト外径が少なくともダクト後部で略均一とされ、ペンシル体が、先端部がダクトの先端部より後方に位置し、後端部がダクトの後端部より前方に位置するように設置され、ダクトの最小内径に対するダクトの最大外径の比が $2.0 \sim 4.3$ の範囲にあることを特徴とする。

本発明によれば、ダクトの側断面における前記翼型により、ダクトの前方から後方に風が向かう場合、ダクト後部から後方にかけて渦流の発生を抑制しながら「減圧域」を生じさせることができる。そして、ダクト前方からダクト内部への風の流れがダクト後方の渦流により妨げられる事態を解消しながら、減圧域の風の引き込みによるダクト内部の風速増大を図ることができる。

また、減圧域の先端部がペンシル体の後端部に引き付けられることで、減圧域の先端部のふらつきが抑制される。また、ダクト前方から後方向けて風が吹いている間、減圧域の先端部のふらつきによって減圧域が消滅する事態を抑制することができる。そして、ダクト後方の減圧域を定常的に維持し、ダクト内部の風速の増大を確保することができる。

従って、本発明の風力発電装置によれば、ダクト後方での減圧域の発生によるダクト内部の風速増大と、減圧域の先端部のふらつき抑制による減圧域の定常維持を通じ、発電効率のさらなる向上を図ることができる。

また本発明の風力発電装置は、ダクトの後端部からダクトの外径方向に突出する略環状のフラップ板を備え、ダクトの後端半径に対するフラップ板の幅の比が $0.020 \sim 0.15$ の範囲にあることを特徴とする。

本発明によれば、フラップ板により、ダクトの内側の風（以下「内風」という。）と、ダクトの外側の風（以下「外風」という。）とのダクト後方における衝突が抑制される。これにより、内風の流れが、外風の不規則な流れにより乱され、さらにはダクト後部から後方にかけて生じる減圧域が消滅してしまい、発電効率が低下する事態が抑制され得る。

さらに本発明の風力発電装置は、風向を測定する風向測定手段と、風向測定手段により測定された風向に対するダクト軸の傾斜角が 10° 以下になるように制御するダクト傾斜制御手段とを備えていることを特徴とする。

10 本発明によれば、風向測定手段により風向が測定される。また、ダクト傾斜制御手段により測定風向に対するダクト軸の傾斜角が 10° 以下になるように制御される。

本願発明者は実験により、風向に対するダクト軸の傾斜角が 10° を超えると発電効率の低下が顕著になるという知見を得た。従って、本発明によれば、風向に対するダクト軸の傾斜角制御によって発電効率を向上させることができる。

また、本発明の風力発電装置は、羽根車の羽根が、略楕円が短軸と略平行に切断されることで長軸方向について端から短縮された形状とされ、略楕円の長径に対する該羽根の長軸方向の長さの比が $0.82 \sim 0.87$ の範囲にあることを特徴とする。

本願発明者は実験により、羽根車の羽根を前記形状とすることで、発電効率が高くなることを知見した。従って、本発明によれば、羽根車の羽根形状の工夫により、発電効率の向上を図ることができる。

25 図面の簡単な説明

図1及び2は本発明の一実施形態である風力発電装置の構成説明図で

あり、図 3～図 5 は本発明の一実施形態である風力発電装置の作用効果説明図である。

発明を実施するための最良の形態

5 本発明の風力発電装置の実施形態について図面を用いて説明する。

まず、本発明の一実施形態である風力発電装置の構成について図 1 及び図 2 を用いて説明する。

図 1 に示す風力発電装置は略円筒状のダクト 10 と、ダクト 10 と同軸に設置される流線型のペンシル体 20 と、ペンシル体 20 の先端部を構成し、ダクト 10 の内部を流れる風の力によってダクト 10 の内部で
10 ダクト 10 の軸回りに回転可能な羽根車 30 と、羽根車 30 の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機 40 とを備えている。

ダクト 10 の側壁断面形状は翼型とされている。ダクト 10 の側断面翼型において、前縁 102 から後縁 104 まで延びる翼弦 106 の全長
15 x を基準として、前縁から $0.40x$ の位置（翼弦中心より前縁寄り）に最大翼厚位置 108 が位置している。また、ダクト 10 の先端開口径が後端開口径よりも小さくされている。さらにダクト 10 の外径が少なくともダクト 10 後部で略均一とされている。また、ダクト 10 の最小内径 $R1$ に対するダクト 10 の最大外径 $R2$ の比（ $=R2/R1$ ）が 2.
20 5 とされている。

なお、ダクト 10 の側壁断面形状としては公知の翼型である NACA 653-618 (9-0.5)、NACA 633-618、FA66-S-196V1 等が採用され得る。

ダクト 10 の後端部には、ダクト 10 の外径方向に突出する略環状の
25 フラップ板 12 が設けられている。ダクト 10 の後端半径に対するフラップ板 12 の幅の比が「0.10」とされている。

ペンシル体 20 は先端部がダクト 10 の先端部より後方に位置し、後端部がダクト 10 の後端部より前方に位置するように設置されている。また、ペンシル体 20 はその外径方向に延びる柱体 22 を介してダクト 10 に対して固定されている。

- 5 羽根車 30 は外径方向に突出する複数の羽根 32 を備えている。羽根 32 にダクト 10 の最小内径位置を基準としたダクト 10 の全長に対する前後のずれ比が 0.07 の範囲内に位置している。また、羽根 32 は、図 2 に示すように略楕円が短軸と略平行に切断されることで長軸方向について端から短縮された形状とされている。また、略楕円の長径に対する羽根 32 の長軸方向の長さの比が「0.85」とされている。

また、ダクト 10 の径方向について、羽根 32 の先端部とダクト 10 の内壁との間隔が、次式 (1) で示される間隔 c に設定されている。

$$c = v \cdot \Delta t / Re \quad \cdots (1)$$

- 15 ここで、 v はダクト 10 の軸方向についての風速、 Δt は羽根 32 の近傍領域を風が流れる時間、 Re は羽根 32 の近傍領域を代表長さとして決定されるレイノルズ数である。

例えば、風速 $v = 14$ [m/s] の場合に前記時間 $\Delta t = 0.2$ [s] であり、且つ、 $Re = 200$ とすると、当該間隔 c は 1.4 [cm] に設定される。

- 20 発電機 40 による発電エネルギーは、柱体 22 及びダクト 10 を貫通するリード 42 を介して外部に供給される。

本発明の一実施形態である前記構成の風力発電装置の作用効果について図 3 ～ 図 5 を用いて説明する。

- 25 前記構成の風力発電装置によれば、ダクト 10 の側断面における前記翼型により、ダクト 10 の前方から後方に風が向かう場合、ダクト 10 の後部から後方にかけて渦流の発生を抑制しながら図 1 に斜線で示すよ

うに減圧域 50 を生じさせることができる。そして、ダクト 10 の前方からダクト 10 の内部への風の流れがダクト 10 の後方の渦流により妨げられる事態を解消しながら、減圧域 50 の風の引き込みによるダクト 10 の内部の風速増大を図ることができる。

- 5 また、図 1 に示すように減圧域 50 の先端部がペンシル体 20 の後端部に引き付けられることで、減圧域 50 の先端部のふらつきが抑制される。また、ダクト 10 の前方から後方に向けて風が吹いている間、減圧域 50 の先端部のふらつきによって減圧域が消滅する事態を抑制することができる。そして、ダクト 10 の後方の減圧域 50 を定常的に維持し、
10 ダクト 10 の内部の風速の増大を確保することができる。

ここで、ダクト 10 の側断面翼型を特徴付けるダクト 10 の最大半径 R_2 と最小半径 R_1 との比と、風力発電装置による発電量との関係を図 3 に示す。図 3 から明らかなように、当該比が 2.0 から 4.3 までの範囲にある場合、特に当該比が 2.2 から 4.1 の範囲にある場合、
15 発電量が多くなる。従って、当該比が「2.5」であるダクト 10 を備えている風力発電装置による発電効率の向上が図られる。

また、フラップ板 12 により、内風（ダクト 10 の内側の風）と、外風（ダクトの外側の風）とのダクト 10 の後方における衝突が抑制される。これにより、内風の流れが、外風の不規則な流れにより乱され、さ
20 らにはダクト 10 の後部から後方にかけて生じる減圧域 50 が消滅してしまい、発電効率が低下する事態が抑制され得る。

ここで、フラップ 12 の形状を特徴付けるフラップ 12 の径方向の幅とダクト 10 の後端半径との比と、風力発電装置による発電量との関係を図 4 に示す。図 4 から明らかなように、当該比が 0.020 から 0.
25 15 までの範囲にある場合、発電量が他の場合よりも多くなる。従って、当該比が「0.10」であるフラップ 12 を備えている風力発電装置に

よる発電効率の向上が図られる。

さらに、羽根車 30 の羽根 32 を、図 2 に示すように略楕円が長軸方向について端から全長の 0.13 ~ 0.18 倍の範囲にある位置で切断された形状とされている。これにより、発電効率の向上が図られている。

- 5 ここで、略楕円の長径に対する羽根 32 の長さの比と、風力発電装置による発電量との関係を図 5 に示す。図 5 から明らかなように、当該比が 0.82 ~ 0.87 の範囲にある場合、発電量が他の場合よりも多くなる。従って、当該比が「0.85」である羽根 32 を備えている風力発電装置による発電効率の向上が図られる。

- 10 前記のように本発明の一実施形態である風力発電装置によれば、ダクト 10 の側断面翼型の調整（図 1、図 3 参照）、ペンシル体 20 の配置調整、フラップ板 12 の幅の調整（図 1、図 4 参照）、及び羽根 32 の形状調整（図 2、図 5 参照）により、総合的に発電効率の向上を図ることができる。

- 15 なお、本発明の他の実施形態として、風力発電装置は、風向を測定する風向測定装置と、風向測定装置により測定された風向に対するダクト軸の傾斜角が 10° 以下になるように制御するダクト傾斜制御装置とを備えていてもよい。

- 20 当該他の実施形態によれば、風向に対するダクト軸の傾斜角制御によって発電効率を向上させることができる。

請 求 の 範 囲

1. 略円筒状で側断面形状が翼型のダクトと、

ダクトと同軸に設置される流線型のペンシル体と、

5 ペンシル体の一部を構成し、ダクトの内部を流れる風の力によってダクトの内部でダクト軸回りに回転可能な羽根車と、

羽根車の回転エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機とを備えた風力発電装置であって、

10 ダクトの側断面翼型において最大翼厚位置が翼弦中心より前縁寄りに位置し、

ダクトの先端開口径が後端開口径より小径とされ、ダクト外径が少なくともダクト後部で略均一とされ、

ペンシル体が、先端部がダクトの先端部より後方に位置し、後端部がダクトの後端部より前方に位置するように設置され、

15 ダクトの最小内径に対するダクトの最大外径の比が2.0～4.3の範囲にあることを特徴とする風力発電装置。

2. ダクトの後端部からダクトの外径方向に突出する略環状のフラップ板を備え、ダクトの後端半径に対するフラップ板の幅の比が0.020～0.15の範囲にあることを特徴とする請求項1記載の風力発電装置。

20 3. 風向を測定する風向測定手段と、

風向測定手段により測定された風向に対する、ダクト軸の傾斜角が10°以下になるように制御するダクト傾斜制御手段とを備えていることを特徴とする請求項1又は2記載の風力発電装置。

4. 羽根車の羽根が、略楕円が短軸と略平行に切断されることで長軸方向について端から短縮された形状とされ、略楕円の長径に対する該羽根の長軸方向の長さの比が0.82～0.87の範囲にあることを特徴と

25

する請求項 1、2 又は 3 記載の風力発電装置。

FIG.1

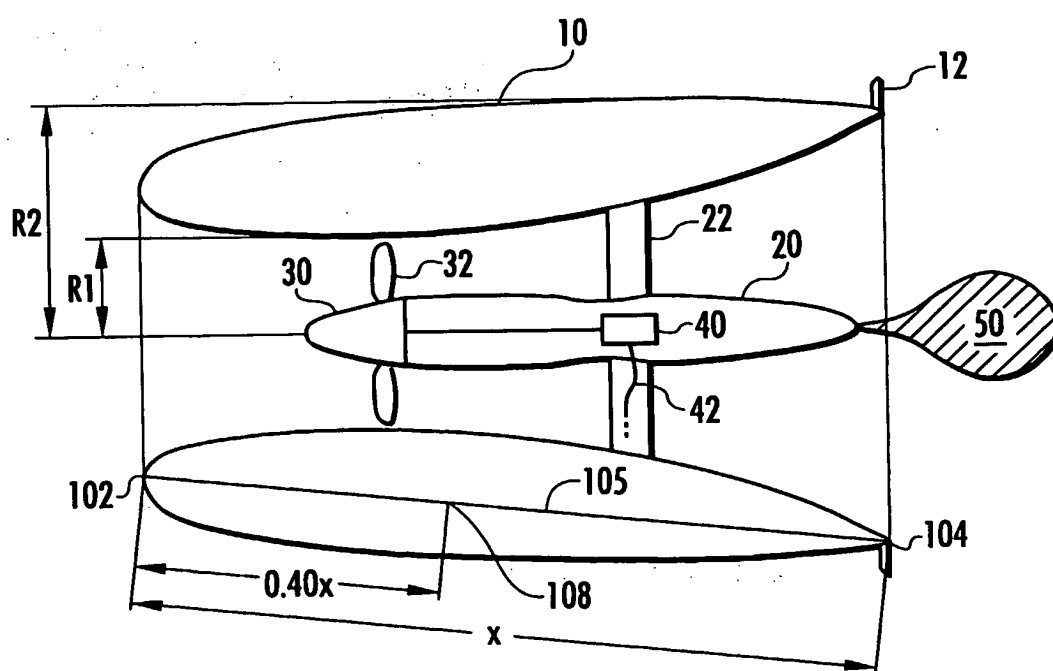


FIG.2

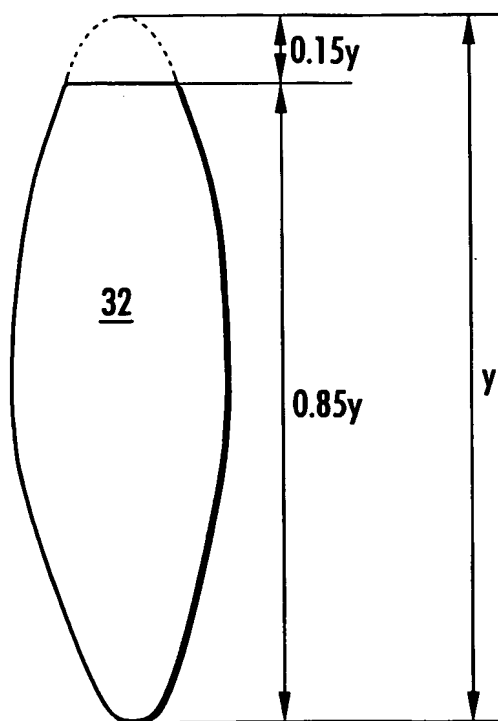


FIG.3

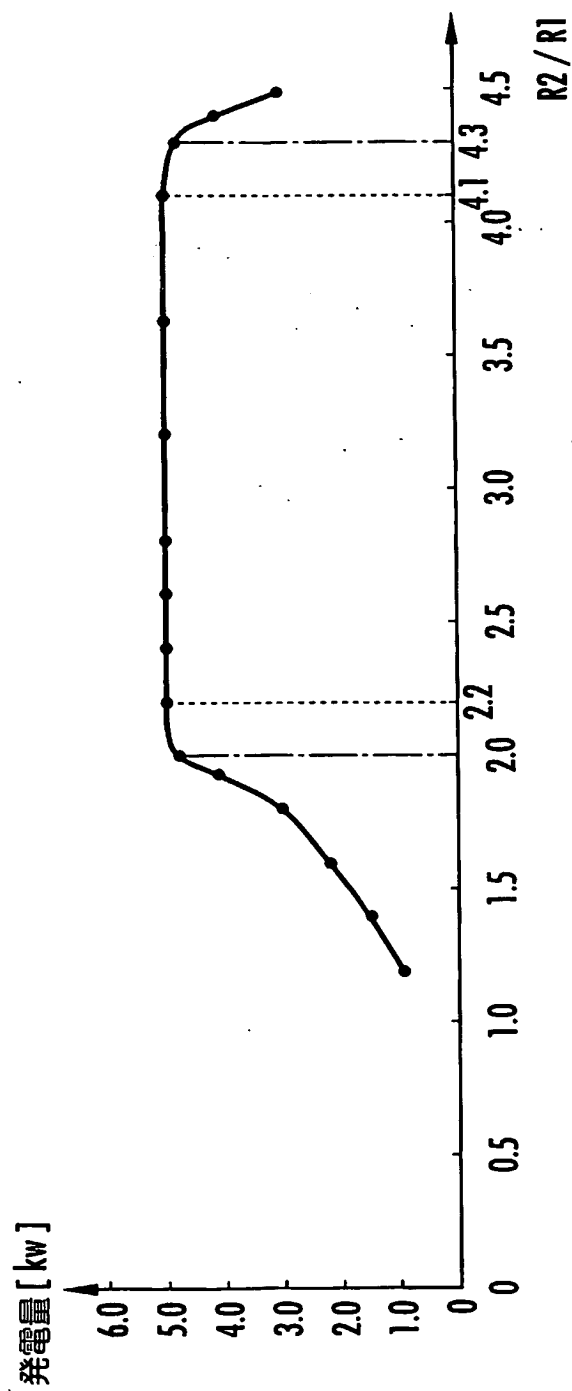


FIG.4

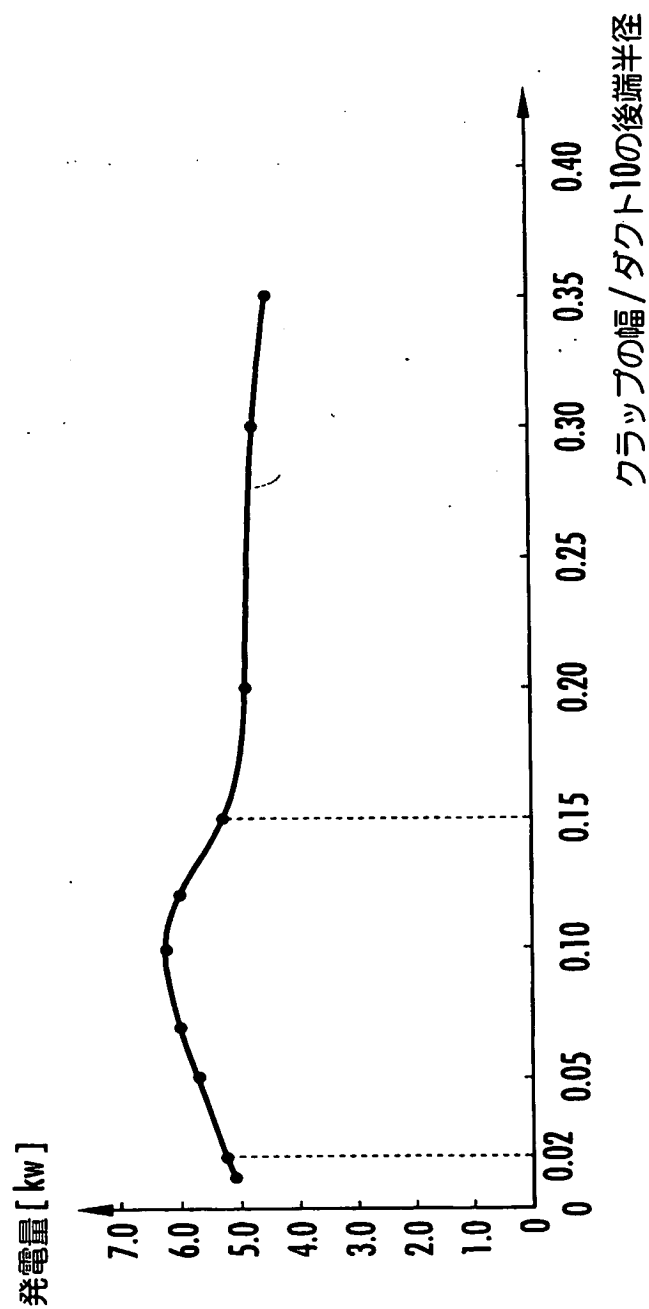
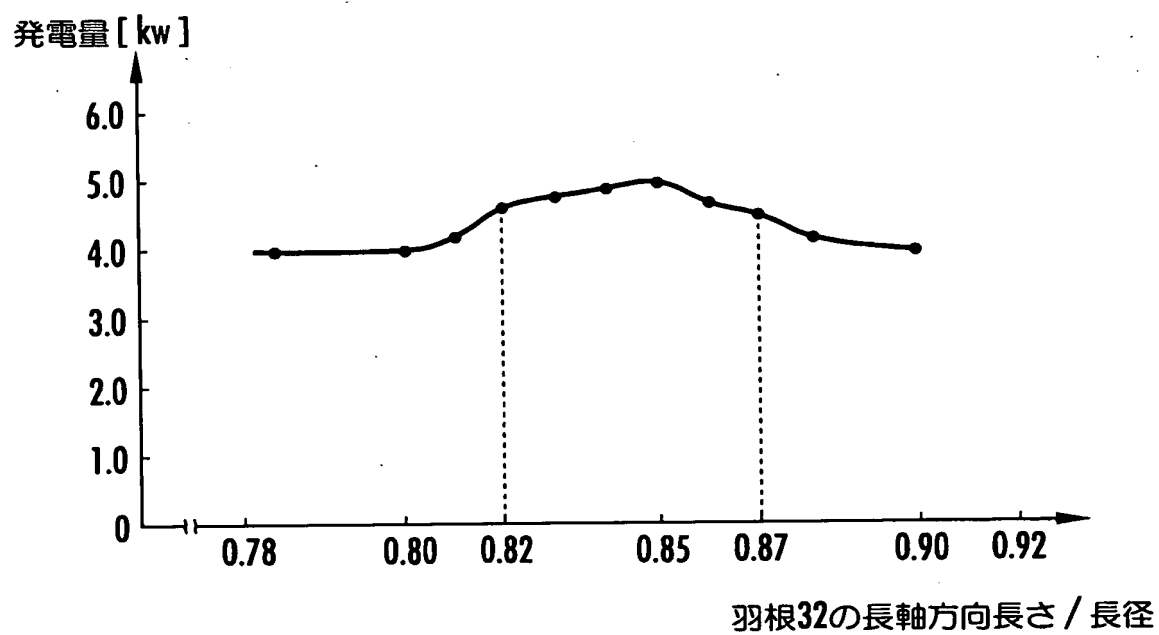


FIG.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/07474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F03D1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F03D1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-97415 A (Kabushiki Kaisha Fujin Corp.), 03 April, 2003 (03.04.03), Par. Nos. [0010] to [0041]; Fig. 4 (Family: none)	1, 3
Y	US 4720640 A (Bjorn M.S. Anderson), 19 January, 1988 (19.01.88), Column 18, lines 20 to 28; Figs. 24 to 25 (Family: none)	1, 3
A	US 4482290 A (Kenneth M. Foreman), 13 November, 1984 (13.11.84), Column 2, lines 49 to 51; Fig. 2 (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 August, 2003 (19.08.03)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2003 (02.09.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/07474

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-97416 A (Kabushiki Kaisha Fujin Corp.), 03 April, 2003 (03.04.03), Full text; Fig. 5 (Family: none)	1-4
A	JP 2003-28043 A (Kabushiki Kaisha Fujin Corp.), 03 April, 2003 (03.04.03), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. F03D1/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. F03D1/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-97415 A (株式会社風神コーポレーション) 2003.04.03, 【0010】-【0041】段落, 第4図 (ファミリーなし)	1, 3
Y	US 4720640 A (Bjorn M. S. Anderson) 1988.01.19, 第18欄第20-28行, 第24-25図 (ファミリーなし)	1, 3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.08.03

国際調査報告の発送日

02.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

刈間 宏信

3T

8816

電話番号 03-3581-1101 内線 6268

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US 4482290 A (Kenneth M. Foreman) 1984. 11. 13, 第2欄第49-51行, 第2図 (ファミリーなし)	2
A	JP 2003-97416 A (株式会社風神コーポレーション) 2003. 04. 03, 全文, 第5図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2003-28043 A (株式会社風神コーポレーション) 2003. 04. 03, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-4